

使用说明书



RS232C・HANDLER

基本准确度：0.1%

测试频率：100Hz，120Hz，1kHz 和 10kHz

测试电平：0.1Vrms，0.3Vrms，1Vrms

输出阻抗：30Ω，100Ω

串联和并联等效

快速测试：15 次/秒

内建 20 组比较器记录，5 档分选

内置完备的 Handler 接口和 RS232C 接口

与我们取得联系：

常州安柏科技有限公司
地址： 江苏常州市光华路 130-2 号
邮编： 213004
电话： 0519-8805550
传真： 0519-8809767

Applent Technologies, Inc.
Addr: #130-2 Guanghua Road, Changzhou, JS, CN.
PC: 213004
Tel: 0519-8805550
Fax: 0519-8809767

Visit: http://www.applent.com
销售服务：
Email: sales@applent.com
技术支持：
Email: tech@applent.com

安全须知

⚠警告： 当你发现有以下不正常情形发生,请立即终止操作并断开电源线。立刻与安柏科技销售部联系维修。否则将会引起火灾或对操作者有潜在的触电危险。

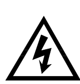
- 仪器操作异常。
- 操作中仪器产生反常噪音、异味、烟或闪光。
- 操作过程中，仪器产生高温或电击。
- 电源线、电源开关或电源插座损坏。
- 杂质或液体流入仪器

安全信息

⚠警告⚡危险： 为避免可能的电击和人身安全，请遵循以下指南进行操作。

免责声明	用户在开始使用仪器前请仔细阅读以下安全信息，对于用户由于未遵守下列条款而造成的人身安全和财产损失，安柏科技将不承担任何责任。
仪器接地	为防止电击危险，请连接好电源地线。
不可 在爆炸性气体环境使用仪器	不可在易燃易爆气体、蒸汽或多灰尘的环境下使用仪器。在此类环境使用任何电子设备，都是对人身安全的冒险。
不可 打开仪器外壳	非专业维护人员不可打开仪器外壳，以试图维修仪器。仪器在关机后一段时间内仍存在未释放干净的电荷，这可能对人身造成电击危险。
不要 使用已经损坏的仪器	如果仪器已经损害，其危险将不可预知。请断开电源线，不可再使用，也不要试图自行维修。
不要 使用工作异常的仪器	如果仪器工作不正常，其危险不可预知，请断开电源线，不可再使用，也不要试图自行维修。
不要超出本说明书指定的方式使用仪器	超出范围，仪器所提供的保护措施将失效。

说明书用到的标志：

 电击危险！

 警告！

 约定

 详见，参见

AT770 Inductance Meter

使用说明书

Operation Manual

简体中文版

Simplified Chinese

Jan,2006

第二版 Rev2.0.0



常州安柏科技有限公司

有限担保和责任范围

常州安柏科技有限公司（以下简称 Applent）保证您购买的每一台 AT770 在质量和计量上都是完全合格的。此项保证不包括保险丝以及因疏忽、误用、污染、意外或非正常状况使用造成的损坏。本项保证仅适用于原购买者，并且不可转让。

自发货之日起，Applent 提供玖拾（90）天保换和贰年免费保修，此保证也包括 VFD 或 LCD。玖拾天保换期内由于使用者操作不当引起的损坏，保换条款终止。贰年包修期内由于使用者操作不当而引起仪器损坏，维修费用由用户承担。贰年后直到仪表终生，Applent 将以收费方式提供维修。对于 VFD 或 LCD 的更换，其费用以当前成本价格收取。

如发现产品损坏，请和 Applent 取得联系以取得同意退回或更换的信息。之后请将此产品送销售商进行退换。请务必说明产品损坏原因，并且预付邮资和到目的地的保险费。对保修期内产品的维修或更换，Applent 将负责回邮的运输费用。对非保修产品的修理，Applent 将针对维修费用进行估价，在取得您的同意的前提下才进行维修，由维修所产生的一切费用将由用户承担，包括回邮的运输费用。

本项保证是 Applent 提供唯一保证，也是对您唯一的补偿，除此之外没有任何明示或暗示的保证（包括保证某一特殊目的的适应性），亦明确否认所有其他的保证。Applent 或其他经销商并没有任何口头或书面的表示，用以建立一项保证或以任何方式扩大本保证的范围。凡因对在规格范围外的任何原因而引起的特别、间接、附带或继起的损坏、损失（包括资料的损失），Applent 将一概不予负责。如果其中某条款与当地法规相抵触或由于某些司法不允许暗示性保证的排除或限制，以当地法规为主，因此该条款可能不适用于您。但该条款的裁定不影响其他条款的有效性和可执行性。

中华人民共和国
江苏省
常州安柏科技有限公司
二〇〇五年元月
Rev.A2

目录

1 安装和设置向导



感谢您购买我公司的产品！使用前请仔细阅读本章。
在本章您将了解到以下内容：

- 主要功能装箱清单
- 电源要求
- 保险丝更换
- 操作环境
- 清洗

1.1 装箱清单

正式使用仪器前请首先：
1. 检查产品的外观是否有破损、刮伤等不良现象；
2. 根据下表检查仪器附件是否有遗失；
3. 请您确认产品和资料都正常后，将保修卡回执邮寄到我公司。

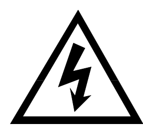
表 1-1 仪器附件

名称	数量	备注
使用说明书	1 份	
电源线	1 根	220V/50Hz
保险丝	2 只	0.5A 慢熔
ATL601 测试夹具	1 只	
ATL603 短路片	1 片	
ATL501 开尔文测试电缆	1 组	四根
保修卡(含质保证书)	1 份	

如有破损或附件不足，请立即与安柏科技销售部或销售商联系。

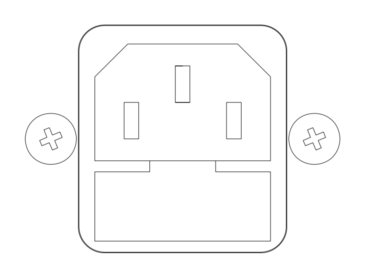
1.2 电源要求

AT770 只能在以下电源条件使用：
电压：198-252VAC
频率：47.5-52.5Hz
功率：最大 15VA



为防止电击危险，请连接好电源地线
如果用户更换了电源线，请确保该电源线的地可靠连接。

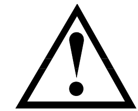
1.3 保险丝的更换



~Line: 47.5Hz - 52.5Hz
198VAC - 242VAC
10VA MAX

Fuse: 250V, 0.5AH
Slow Blow

图 1-1 后面板上的保险丝盒



请使用 250V,0.5A 慢熔保险丝

1.4 操作环境

AT770 必须在下列环境条件下使用：

温度：0°C～55°C，
湿度：在 40°C 小于 95%RH
技术指标温度：23°C ±5°C
技术指标湿度：<70%RH

1.5 清洗

为了防止电击危险，在清洗前请将电源线拔下。
请使用干净布蘸少许清水进行外壳和面板进行清洗。
不可清洁仪器内部。



不能使用溶剂（酒精或汽油等）对仪器进行清洗。

2 概述



本章您将了解到以下内容：

- 引言
- 型号说明
- 主要规格
- 主要功能

2.1 引言

AT770 是通用电感测试仪，采用高性能微处理器控制的微型台式仪器。自动测量电感量 L、电阻值 R、品质因数 Q、损耗角正切值 D。本仪器可满足各元件厂家、学校、研究所和计量质检部门进行精确测试和批量生产的要求。

仪器拥有专业分选功能，具有20组存储数据，多样分选讯响设置，配备Handler接口和RS232C接口，应用于自动分选系统完成全自动流水线测试。

计算机远程控制指令兼容 SCPI（Standard Command for Programmable Instrument 可程控仪器标准命令集），高效完成远程控制和数据采集功能。

2.2 型号说明

为了满足不同用户的需求，AT770 系列提供二个子型号可供选择，他们是：

AT771 精简版；
AT770 标准版；



型号的版本比较详见附录 B。

2.3 主要规格

AT770 技术规格，包含了仪器的基本技术指标和仪器测试允许的范围。这些规格都是在仪器出厂时所能达到的。



完整的技术规格参见附录 A。

- 测量参数：L, R(ESR, EPR), D, Q。
- 测试频率：100Hz，120Hz，1kHz，10kHz

频率精度：±0.02%

- 测试电平：有 0.1V、0.3V 和 1.0V 三档电平。

  电平精度：±10%
- 测试速度：快速、中速和慢速。最快 15 次测试速度。
- 测试阻抗：恒定电压源内阻，可选 30Ω和 100Ω。
- 量程：六档自动或手动测试。
- 等效方式：串联和并联等效。
- 触发方式：内部、外部、手动和远程触发。
- 测试端形式：五端测量。
- 基本精度： 0.1%

2.4 主要功能

- 显示：
  VFD 多彩窗口，可同时显示三参数，显示位数均为 5 位。
  显示 A：L, R
  显示 B：Q, D
  显示 C：频率，R, L, D，Q，ΔABS，Δ%，比较器输出

- 校正功能：
  全频扫频短路和开路清零;
  单频短路和开路清零功能 。

- 比较器（分选）功能：
  20 组每组 5 档分选结果：3 档百分比合格档、1 档附属档和 1 档不合格档。
  · 比较器功能显示：直接在 VFD 使用标志显示和（或）使用显示窗口 C 显示。
  · 比较器输出：可通过 Handler 接口、RS232C 接口输出更为详细的分选结果。
  · 讯响：可设置所有比较器结果讯响开关和音调。

- 键盘锁定和数据保持功能

- 接口功能：
  1. **Handler 接口**：内置 EOC(busy)、5 档分选信号、触发输入信号和比较器记录号选择信号。
  2. **RS232C 接口**：使用三线简易型串行接口。兼容 SCPI 指令集，ASCII 码传输，完成所有仪器功能。

3 开始



本章您将了解到以下内容：

- 认识前面板——包括按键、VFD 和测试端子的介绍。
- 后面板——介绍电源和接口信息。
- 上电启动——包括上电自检过程、仪器缺省值和仪器预热时间。
- 显示信息——关于仪器启动和使用过程中将会碰到的提示信息。
- 开始测试——包括如何连接到测试端、信号源、测试功能、量程设置、显示方式及分选系统。

3.1 认识前面板

3.1.1 前面板描述

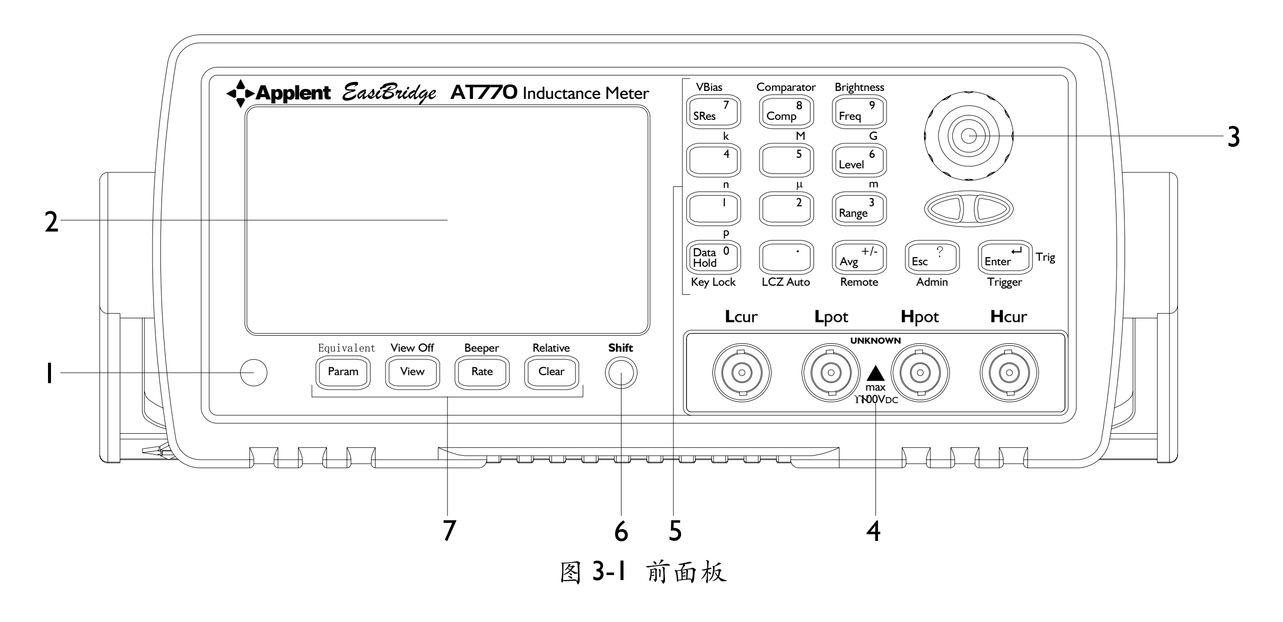
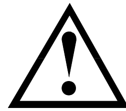


图 3-1 前面板

1 **电源开关**

按下：开；弹出：关。



警告！

请勿快速的连续的开关仪器，瞬间的冲击可能会缩短仪器寿命甚至损坏仪器。

2 **显示窗**



详细内容，参见：“VFD”一节。

3 旋钮
用于选择功能或输入数值。

4 输入端
输入端用于连接四端测试夹具或开尔文夹。

Hcur	高端	- 电流端
Hpot	高端	- 电压端
Lpot	低端	- 电压端
Lcur	低端	- 电流端



不要加直流电压或电流到测试端，否则会损坏仪器。
测试电容前，确保电容中的电荷已被完全放净。

参见: 详细内容参见“测试端的连接”一节。

5 键区二
一组多功能按键。包括了主功能按键、第二功能键和数字键。

参见: 详细内容参见“键区”一节。

6 SHIFT 键
从“第一功能键”状态切换到“第二功能键”。

7 键区一
一组双功能按键。包括了主功能键和第二功能键。

参见： 详细内容参见“键区”一节。

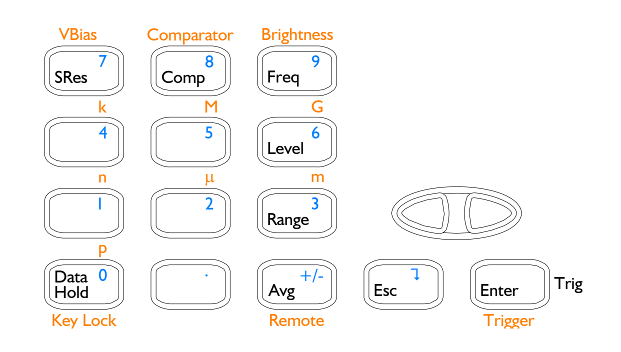
3.1.2 键区

约定：
在仪器面板上，
按键上的“黑色”字为主功能键；
按键上方的“橘黄色”字为第二功能键；
按键上的“蓝色”字为数字键。

图 3-2
键区一

Equivalent Param
View Off View
Beeper Rate
Relative Clear

图 3-3
键区二



1. 主功能键

约定： 以下功能在显示屏上的 Shift 标识熄灭时选择。

Param　参数选择。可选参数：L-Q 和 R-Q。

View　第三显示。
可选项为：R，L，D，Q，ΔABS，Δ%和比较器输出

Rate　测试速度。
可选速度：Slow（慢速），Medium（中速），Fast（快速）。

Clear　清零校准。
有开路扫频、开路点频、短路扫频和短路点频四种清零选项。

SRes　信号源内阻。有 30Ω和 100Ω可供选择。

Comp　比较器开关。打开或关闭比较器功能。

Freq　频率选择。可选 100Hz、120Hz、1kHz 和 10kHz。

Level　测试电平选择。可选 0.1V、0.3V 和 1V。

Range　量程自动、手动选择。

Data Hold　数据保持。将当前测量结果保持在显示屏上，不进行刷新。

Avg　保留。此版本未使用。

<,>方向键　用于选择量程。
选择量程后，量程将转为保持状态。

Esc　返回上一级。仅在设置界面有效。

Enter　在设置界面用于确认选择。仅在设置界面有效。

Trig　触发一次测试。
与 Enter 键复用，仅在手动触发状态下有效。

2. 第二功能键（Shift 上档功能）

约定： 以下功能在按下 Shift 键，且屏幕上的 Shift 标识点亮时选择。

Equivalent　等效方式。
有 SER（串联）和 PAL（并联）两种选项。

View Off　第三显示关。

Beeper　讯响设置。
设置各档讯响的音调。

Relative　保留。此版本未使用。

VBias　保留。此版本未使用。

Comparator　比较器设置。

选择 20 组分选记录并为它们设置数据。

Brightness 调节 VFD 亮度。

p,n,μ,m,k,M 单位倍率。

在数据输入状态中，为数值选择倍率。

Key Lock 键盘锁定。

Remote 远程控制设置。

选择远程控制为 COM（串行口）。

注意：

仪器的通讯设置：
波特率：9600bps
数据位：8
停止位：1
奇偶校验：无

Admin 管理员设置。

密码保护，此版本中该功能不对用户开放。

Trigger 触发器设置。

设置内部、手动（远程）和外部触发。

3. 数字键区

约定：

按键上的“蓝色”字为数字键。
数字键区仅在数据输入状态有效。

完整的数字键区，包括键区二中的“蓝色”字按键、Enter 键和第二功能键中的 p,n,μ,m,k,M,G。

3.1.3 VFD

图 3-4
VFD

商标。

远程控制标志。

讯响打开标志。

AUTO 量程自动标志。

P1 比较器合格档 1。

P2 比较器合格档 2。

P3 比较器合格档 3。

AUX	比较器辅助档不合格。
NG	比较器不合格。
COMP	比较器打开。
SET	比较器设置状态。
HIGH	比较器上限值。
LOW	比较器下限值。
🔒	键盘锁定。
DH	数据保持。
FREQ	频率。
LEVEL	电平值。
EX	外部（触发）。
TRIG	（手动、远程）触发标志。
SER	串联模式。
PAL	并联模式。
F M S	速度：快、中、慢速。
30Ω 100Ω	信号源内阻。
0.3V 0.1V 1V	测试电平。
Shift	上档功能。

3.2 后面板

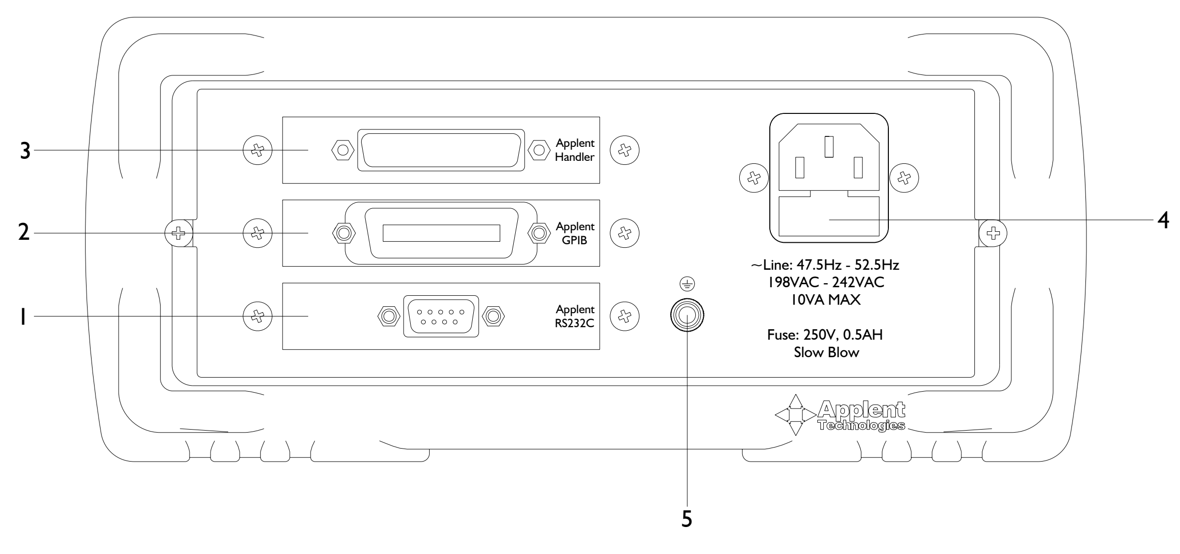
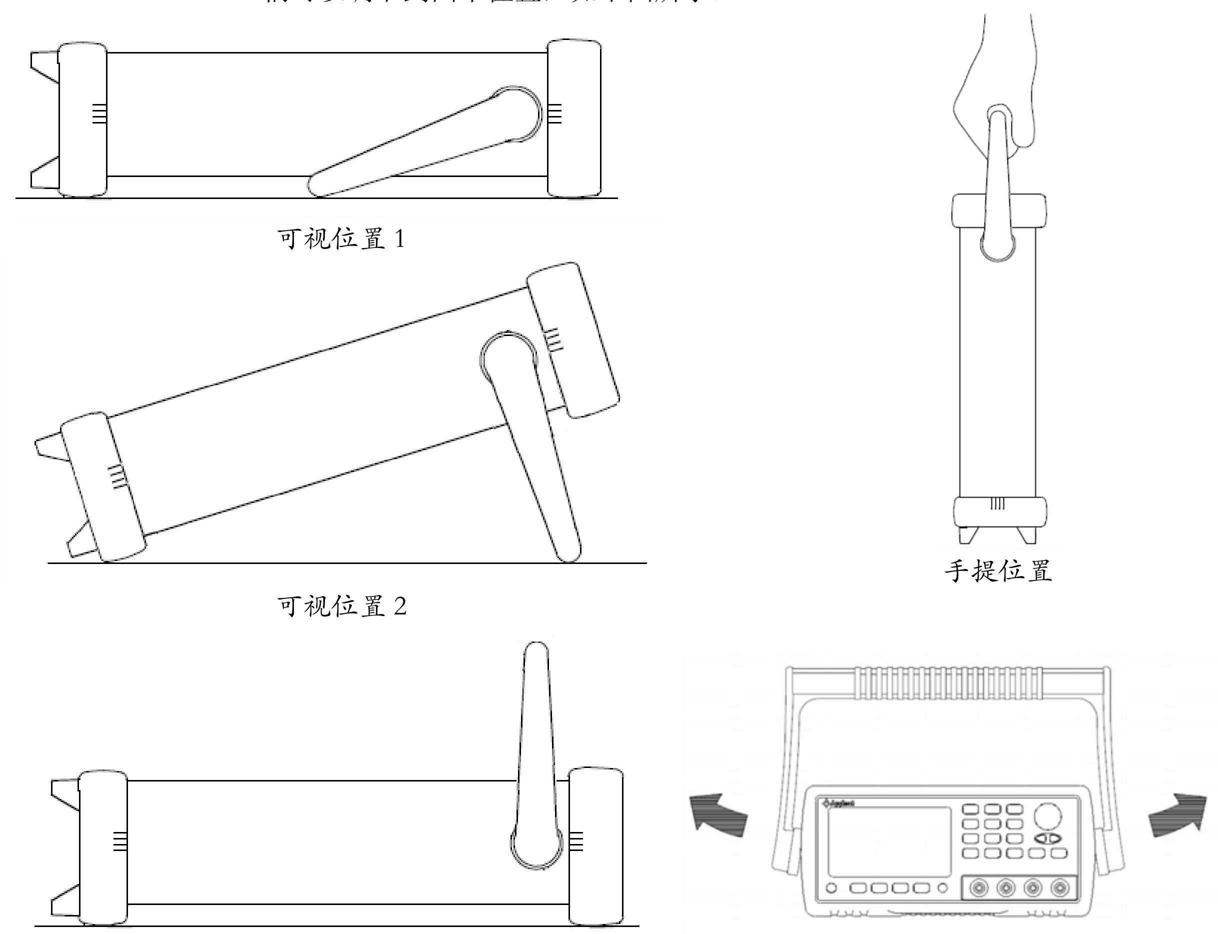


图 3-5 后面板

1. RS232C 接口。
   使用直孔 DB-9 电缆。
2. 保留。
   该仪器不具备该接口。
3. Handler（处理机）接口。
   用于将比较器信号输出和外触发信号输入。
4. 电源插座及保险丝盒。
5. 仪器外壳地接线柱。

3.3 仪器手柄

仪器手柄可以调节，双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，然后旋转手柄。手柄可以调节到四个位置，如下图所示：

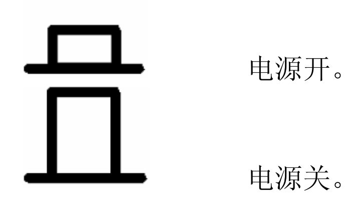


移除手柄位置。（向两侧拉，直到移除手柄。）

图 3-6 仪器手柄

3.4 上电启动

3.4.1 开机：面板左下方标识“⏻”的按键为电源开关。



3.4.2 启动顺序：仪器使用安柏科技 AT-OS 2005 操作界面。

其执行下列加电过程。

- VFD 所有笔段全亮；
- 显示公司名称、型号及版本号；
- 仪器自检。

3.4.3 开机默认值

仪器成功完成自检过程后，将载入开机默认值。
仪器开机将载入上次用户设置值：

- 测试参数；
- 测试频率；
- 测试速度；
- 等效方式；
- 信号源内阻；
- 测试电平；
- 比较器记录号；
- 比较器设置值；
- 讯响设置；
- 触发方式；
- 远程设置；
- 键盘锁定。

3.3.4 预热时间

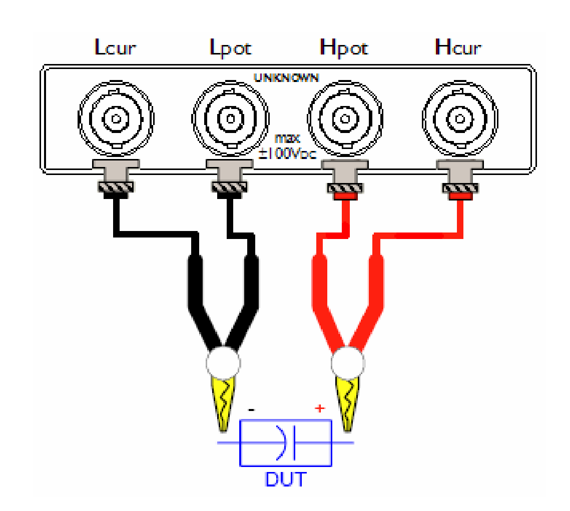
为了达到指定的精度，仪器需要预热至少 15 分钟。

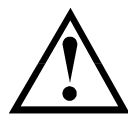
3.5 准备测试

3.5.1 测试端的连接

如果您使用随机"开尔文"测试夹进行测试，请按照下列方法与仪器测试端相连接。

图 3-7
测试端





警告：不要加直流电压或电流到测试端，否则会损坏仪器。
警告：测试带电荷器件请确保其电荷放净后再测量。

3.5.2 设置测试频率（Freq）



频率准确度：±0.02%
操作：按 Freq 在第三显示区将循环显示频率值：
100Hz，120Hz，1kHz，10kHz

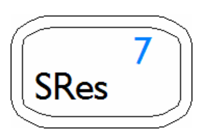
注：如果测试辅助显示打开，则频率显示只停顿一会，之后切换到辅助显示。

3.5.3 测试电平（Level）



测试电平准确度：±10%
操作：按 Level 在将循环显示电平值：
0.1V
0.3V
1V
标志：该标识位于屏幕的右下角。

3.5.4 输出阻抗（SRes）



信号源输出阻抗
操作：按 Sres 在第三显示区将循环显示电平值：
30Ω，
100Ω
标志：该标识位于屏幕的下中部

注意：

因为有些电感的值会对信号电流敏感，所以在即使在同样电平的情况下，信号源内阻仍然会导致不同的测量结果。为了使本机测量的电感值与其它类似仪表有统一的测量结果，我们提供两种恒定源内阻供您选择。

国内的仪表大多使用可变源内阻，由于电感测试通常内阻为 30Ω，因此提供此值供您选择。如果您之前使用国外仪表，例如：安捷伦 4284A，那么您务必选择 100Ω源内阻进行测试，否则会造成测试偏差。

3.5.5 主副参数 (Param) 的选择

操作：测试状态下，按 Param 按键循环选择第一和第二显示行的参数。
二个参数值供您选择：
LQ RQ

单位：

L	μH（微亨）	mH（毫亨）	H（亨利）
R	Ω（欧姆）	kΩ（千欧）	MΩ（兆欧）

注意：

L/R 有正负。L-Q 测量时显示为负值，则实际被测器件呈容性。理论上，R 值恒为正，某些情况下，可能出现 R 为负值的情况，这是由于过度的清“0”所产生的，请进行正确清“0”校准。

仪器显示时最多可显示五位，但不总显示五位，有时四位。其有如下表（表 4-2）的转换关系：

上次显示位数	本次测量前两位值	本次显示位数
4	<33	5
5	>30	4

3.5.6 辅助显示参数（View, View Off[Shift]）的选择

View Off

View

辅助显示可以在第三显示行显示对您有帮助的相关参数，这些功能包括：
电阻 R，电感 L，损耗 D，品质因数 Q，绝对偏差Δ，百分比误差% 以及分选档。
操作：按 View 按键循环显示以上参数。

按 Shift + View 切换到 View Off 功能，用来关闭辅助显示，此时在第三显示行显示当前频率。

3.5.7 设置测试速度（Rate）

Rate

操作：按 Rate 按键可循环改变测试速度：
慢速：S (2 次/秒)
中速：M (5 次/秒)
快速：F (15 次/秒)
标志：标识在屏幕中下部显示。

注意：

测试速度为近似值。
测试速度是在手动量程下测得。

3.5.8 等效方式（Equivalent[Shift]）

Equivalent

Param

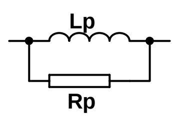
操作：按 Shift + Param 切换到 Equivalent 功能，用来选择两种等效方式：
串联等效：SER
并联等效：PAL
标志：标识在屏幕左下角显示。

细节：

实际电容、电感和电阻都不是理想的纯电抗和纯电阻的元件，它们通常电阻和电抗成分同时存在。一个实际的阻抗元件均可由理想的电阻器与理想的电抗器（电感或电容）用串联或并联形式来模拟。

AT770 可以在数学上用公式来转换，但两种形式是不同的。其不一致性取决于品质因数 Q（或损耗 D）。

电感 Lp：并联转换成串联：
电路形式：

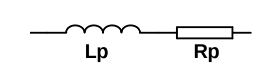


损耗：$D=\dfrac{2\pi f L_P}{R_P}=\dfrac{1}{Q}$

串联：$L_S=1/(1+D^2)L_P$

$R_S=R_P D^2/(1+D^2)$

电感 Ls：串联转换成并联：
电路形式：



损耗：$D=\dfrac{R_S}{2\pi f L_S}=\dfrac{1}{Q}$

并联：$L_P=(1+D^2)L_S$

$R_P=R_S(1+D^2)/D^2$

这里： 下标 s 串联形式
下标 p 并联形式

上述公式中，应特别注意的是：串联和并联间的转换关系与 D^2 或 Q^2（Q=1/D）有关。

3.5.9 量程自动与手动（Range）



操作：按 Range 用来切换自动或手动量程。
标志：在屏幕最上部的 Auto 标识指出当前状态，Auto 亮时表示自动量程，熄灭表示手动量程。

操作：您可以通过<, > 按键来选择量程，此时仪器如果处于自动量程则会转成手动量程。
标志：在右下角会显示相应的量程号。共 0-5 六个量程供您选择。

3.5.10 清零（Clear）



按 Clear 按键进入清零界面：



使用旋钮或<, > 键选择点频（当前频率 10KHZ）或扫频（ALL）。
退出：按 ESC 键仪表返回测试状态。

执行：
此时请您将测试端开路或短路。
按 Enter 后，仪器自动检测测试端状态，提示相应的开路和短路选项：

10khz Open	或	Sweep Open

您仍然可以使用旋钮或<, > 键选择开路（OPEN）或短路（SHORT）

退出：按 ESC 键返回前一界面。
执行：按 Enter 键开始清零处理。
清零完成后将自动返回到测试状态。

细节：

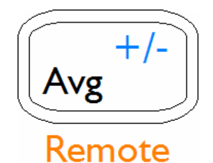
清零功能是为了保证仪器的准确度而进行的必要操作，它可有效清除测试夹具、测试线及仪器内部的杂散电容、电感及引线电阻、电感对测试的影响。对于测试线的更换或环境温湿度变化较大时，务必进行清零校准。

清零时，可能偶尔出现 FAIL (FAIL)现象，此时可能未使用低阻短路线或未可靠接触，请重新短路后再执行。

扫频清零——即对所有频率下的所有电平、重要量程依次清零。它将数据保存在非易失性存储器中保存，在对同一测试条件下更换频率测试，勿需再进行清零。

点频清零——只对当前频率下的所有电平、重要量程清零。更换频率后，您需要重新清零。

3.5.11 远程控制（Remote Shift）



远程控制用来打开串行通讯接口。

标志：在屏幕左上角的💻标志表示远程控制打开。

设置：按 Shift + Avg 进入远程控制界面：

Remote:
off

提供两个选项供您选择：

OFF	远程控制关闭
COM	串行通讯打开

退出：按 Esc 键取消当前设置返回测试状态。

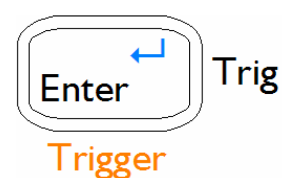
执行：按 Enter 键保存设置并退出。

远程控制打开，仪器可以通过电缆与计算机串行口相连，完成远程控制。



远程控制的详细内容，请参阅“远程控制”章节。

3.5.12 触发设置（Trigger Shift）



仪器提供三个选项四种触发形式，分别为：

内部触发、手动触发（远程触发）和外部触发。

标志：在屏幕左下角使用 Trig 表示手动触发（远程触发）和 Ex Trig 来表示外部触发，标志都熄灭表示内部触发。

操作：按 Shift + Enter 循环设置三种触发形式。

细节：

内部触发：由内部连续发出采样命令完成测量。
手动触发：由用户按 Trig 按键（与 Enter 键重叠）完成一次测量。
远程触发：与手动触发相同，在远程控制下由计算机发出采样指令完成一次测量。
外部触发：由 Handler 接口接受到外部触发信号完成一次测量。

3.5.13 密码保护的管理员设置（Admin[Shift]）



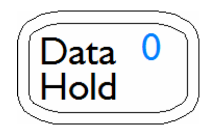
密码保护功能，此仪器没有对用户开放的功能。
用户对此功能不做理会。

3.5.14 屏幕亮度的调节（Brightness[Shift]）

Brightness
Freq 9

对显示屏幕亮度进行设置。
操作：使用旋钮进行选择：
0（最暗）- 7（最亮）

3.5.15 数据保持功能（Data Hold）



操作：测试状态下，按 Data Hold 按键将使当前测试数据保持在屏幕上。
标志：屏幕左中部的 *DH* 亮时表示当前数据被保持，此时采样被中止。

3.5.16 锁定键盘（Key Lock[Shift]）



操作：按 Shift + Data Hold 按键切换到 Key Lock 键盘锁定功能。
键盘锁定功能，将使键盘上除 Shift + Data Hold 外的其它按键暂时屏蔽。
标志：屏幕左方显示 🔒 表示键盘处于锁定状态。
该功能通常在远程控制或外部触发状态下被启用。

4 比较器



本章您将了解到以下内容：

- 选择比较器记录号
- 输入比较值——包括比较档标称值（参考值）、极限值。
- 设置比较器讯响——包括如何打开讯响和状态设置。

AT770 比较器提供 20 组比较器记录，每组比较器都拥有 5 档分选结果。您可以设定主副参数的标称值和上下极限值，并且可以选择任何一档讯响。您还可以通过内置的 Handler 接口输出相应的分选信号。完备的比较器分选系统为您提供最大的产品质量保障。

4.1 关闭比较器（Comp）

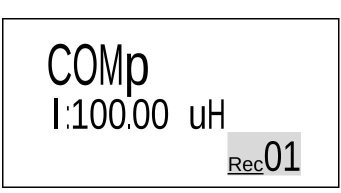
Comparator
Comp

操作：按 Comp 键可以将比较器功能完全关闭，以加快测试速度。
标志：在屏幕左上角 COMP 标志亮时表示比较器功能打开。

4.2 选择记录号

Comparator
Comp

操作：按 Shift + Comp 进入比较器（Comparator） 设置界面：



其中： L:100.00 uH 为当前参数的标称值。
Rec.01 闪烁，表示当前记录号。

操作：您可以使用旋钮或◀ ▶ 键选择 01-20 记录，同时显示相应的标称值供您参考。

退出：按 ESC 键取消当前设置，返回测试状态。
执行：按 Enter 键进入当前记录的分选设置，当前记录号被保存。

4.3 极限参考值设置

Comparator

Comp

操作：按 Shift + Comp 进入比较器（Comparator） 设置界面并选择好记录号按 Enter 进入极限参考值输入界面。 参见上一节"记录号选择"。

分选设置共分 0~4 五页：
退出：按 ESC 键返回测试状态。
如何选择页面：使用旋钮更改页面。

第 0，1 页用于输入标称值：

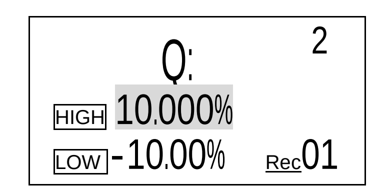
NOM: 0
L:100.00uH
R:1.0000ko Rec01

其中：	NOM	表示标称值输入页面。
	右上角 0	代表当前页码。
	L:100.00uH	电感标称值。闪烁表示当前参数输入焦点。
	R:100.00ko	电阻标称值。

如何选择参数：使用◀ ▶ 键改变参数焦点。
如何修改数值：按 Enter 键或直接按数字键输入数值。
例如：输入 1.2345mH

1. 直接按数字 1 键开始输入数字。
2. 输入完 1.2345 后，准备输入单位。
3. 单位使用 Shift 键换档至第二功能，输入倍率单位 m。
4. 输入完成，返回到选择状态。

第 1 面用于输入 Q 的上下限；第 2,3,4 面用于输入比较档百分比上下限。



其中：	Q	表示品质因数
	P1, P2, P3	档号百分比输入
	HIGH	上限
	LOW	下限

4.4 讯响设置

Beeper
Rate

操作：按 Shift + Rate 切换到讯响设置(Beeper)界面。

AlaRM:
Off

您可以使用旋钮或◀ ▶ 键选择关或五档讯响结果：
OFF, P1, P2, P3, AUX, NG

退出：按 ESC 键取消当前设置，返回测试状态。
执行：按 Enter 键保存设置，返回测试状态。
标志：屏幕左上角讯响标志 打开，表示蜂鸣器打开。

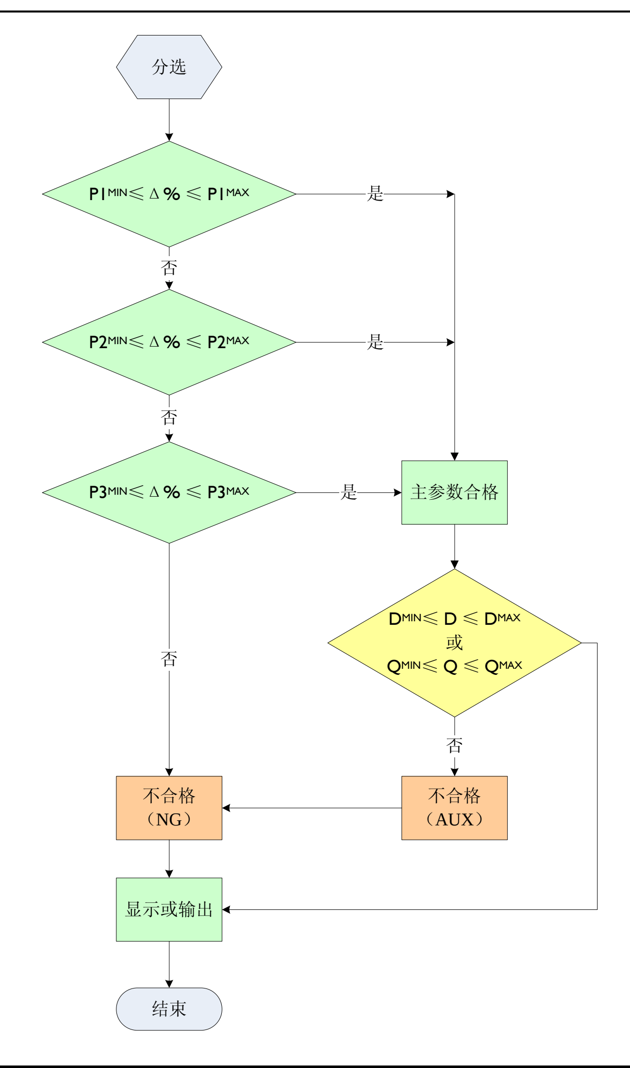
4.5 比较器如何工作

请参考下图理解 AT770 的分选机制：
AT770 具有增强分选判别机制。
P1,P2,P3 用来指示主参数合格与否，如果不合格则 NG 指示灯亮，分选结束，合格则指示灯 P1~P3 亮，继续执行副参数比较。
AUX 用来指示副参数合格与否，如果不合格在 AUX 指示灯亮，合格则熄灭。
NG 主副参数其中一项不合格则 NG 亮。

几种会出现的分选指示：

P1	P2	P3	AUX	NG	
●	○	○	○	○	主参数 P1 和副参数全合格
○	○	○	○	●	主参数不合格
●	○	○	●	●	主参数 P1 合格、副参数不合格

图 4-1
分选流程图



细节：

每次测试，仪器首先依次比较主参数百分比档 P1，P2，P3，如果主参数合格则显示相应的档号。之后比较副参数，如果副参数不合格在显示 AUX NG 标志，表示副参数不合格。

例如：

分选指示器上如下显示：

P3 AUX NG

P3 表示主参数第 3 档合格

AUX NG 表示副参数不合格

同样：如果您打开了辅助显示的分选结果显示功能，那么会在第三显示行得到类似于分选指示器的结果：

OUt AUX

5 处理机（Handler）接口



您将了解到以下内容：

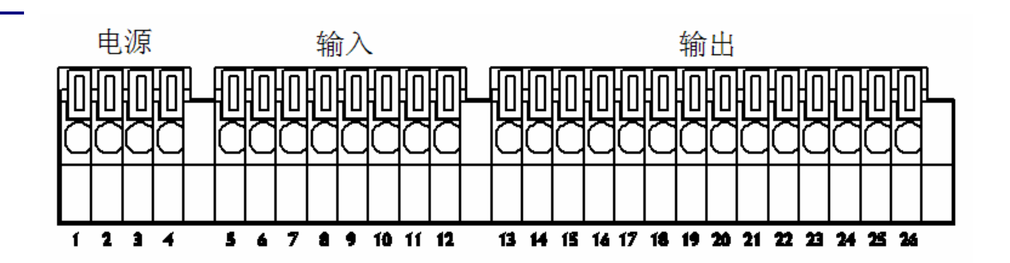
- 接线端
- 如何连接和接口原理图
- 周期表

AT770 为用户提供了功能齐全的处理机接口，该接口包括了分选输出、EOC（测试完成信号）、TRIG（外部触发启动）输入和比较器记录号输入等信号。通过此接口，仪器可方便的与用户系统控制组件完成自动控制功能。

5.1 接线端子与信号

图 5-1

接线端子



■ 电源供给端

序号	端子名称	含义
1		保留。
2	EXT.DC+5V	用户为接线端电路提供+5V 电源。 注：接线端电源不是由仪器提供，而是由用户提供。
3	GND	用户电源地。
4		保留。

■ 外部控制信号输入端

5	TRIG	测试触发端。
6	N/A	保留。
7	N/A	保留。
8	COMP.4	比较器记录档选择端。 可选档 1~20。
9	COMP.3	
10	COMP.2	
11	COMP.1	
12	COMP.0	

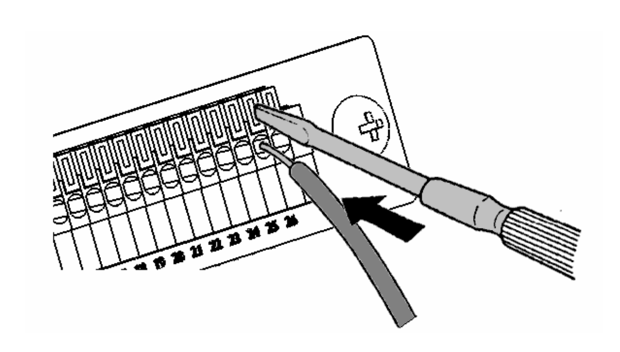
■ 比较器记录档选择表

COMP 4-0	记录号	COMP 4-0	记录号	COMP 4-0	记录号	COMP 4-0	记录号
11111	不改变	10111	8	01111	16	00111	不改变
11110	1	10110	9	01110	17	00110	不改变
11101	2	10101	10	01101	18	00101	不改变
11100	3	10100	11	01100	19	00100	不改变
11011	4	10011	12	01011	20	00011	不改变
11010	5	10010	13	01010	不改变	00010	不改变
11001	6	10001	14	01001	不改变	00001	不改变
11000	7	10000	15	01000	不改变	00000	不改变

■ 外部输出信号端

13		保留。
14		保留。
15		保留。
16		保留。
17		保留。
18		保留。
19		保留。
20		保留。
21	NG	比较器不合格输出。
22	AUX	比较器副参数不合格输出。
23	BIN3	比较器合格档 BIN3（P3）
24	BIN2	比较器合格档 BIN2（P2）
25	BIN1	比较器合格档 BIN1（P1）
26	EOC	测试完成信号（忙信号）。

5.2 连接方式



1. 使用一字改锥下压锁紧钮。
2. 按下锁紧钮后，插入电缆。
3. 释放锁紧钮，电缆将被锁紧。

插入或取下电缆，使用上述同样的步骤。

建议线径： 单芯 φ0.65mm (AWG #22)
多芯 0.32mm^2 (AWG #22)
线径极限： AWG #16-24.
剥线长度： 4~5mm
锁紧钮下压工具：一字改锥（轴径φ3，尖端宽 2.6mm）。

■ 电气参数

电源要求： +5~8VDC
输出信号： 内置上拉电阻的集电极输出。
光耦隔离。
低电平有效。

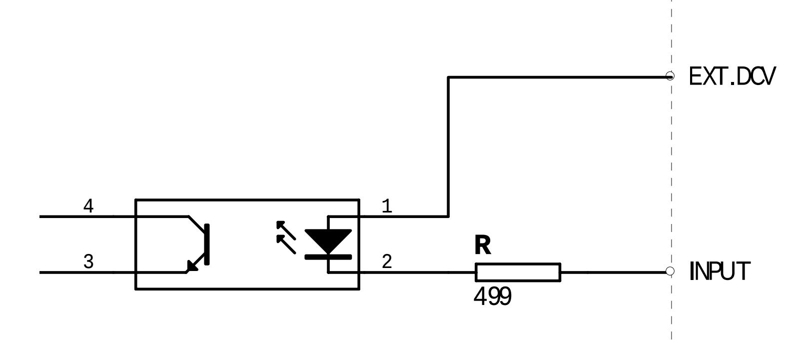
输入信号： 最大电压：电源电压。
光耦隔离。
低电平有效。
最大电流：50mA



注意：为了避免损坏接口，电源电压勿超出电源要求。
为了避免损坏接口，请在仪器关闭后接线。
如果输出信号用户用于控制继电器，继电器必须使用反向能量释放二极管。

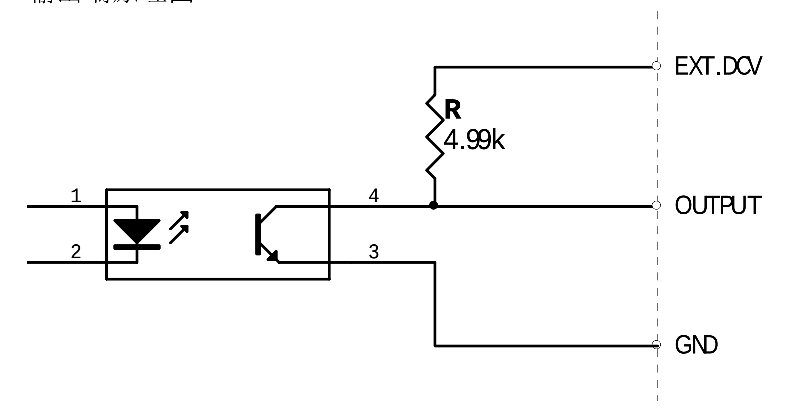
■ 输入端原理图

图 5-2
输入端原理图



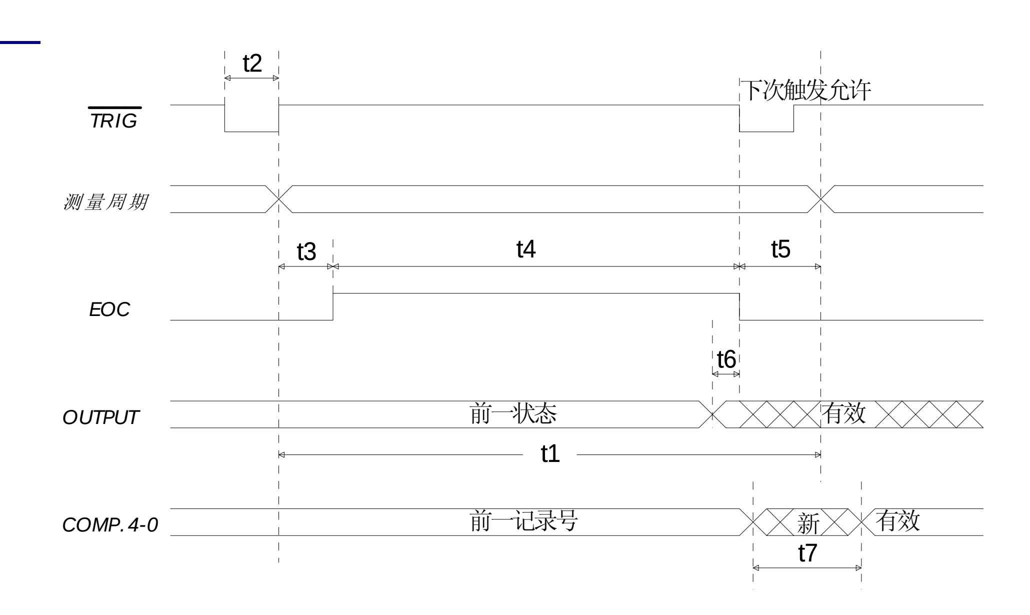
■ 输出端原理图

图 5-3
输出端原理图



5.3 周期表

图 5-3
输出端原理图



	描述			时间（大约）		
				最小	典型	最大
t1	一次转换周期（量程保持，内部触发）	快速	100Hz	-	180ms	-
			120Hz	-	160ms	-
			1kHz	-	67ms	-
			10kHz	-	67ms	-
		中速	100Hz	-	260ms	-
			120Hz	-	225ms	-
			1kHz	-	235ms	-
			10kHz	-	235ms	-
		慢速	100Hz	-	500ms	-
			120Hz	-	425ms	-
			1kHz	-	580ms	-
			10kHz	-	580ms	-
t2	Trig 信号脉冲宽度			1ms	-	-
t3	Trig 有效到开始转换间隔时间			-	25μs	
t4	AD 转换时间（EOC[BUSY]）（量程保持，外部触发）	快速	100Hz	-	164ms	-
			120Hz		136ms	
			1kHz		48ms	
			10kHz		48ms	
		中速	100Hz	240ms	250ms	260ms
			120Hz		216ms	
			1kHz		232ms	
			10kHz	216ms	224ms	
		慢速	100Hz	460ms	480ms	-
			120Hz	400ms	420ms	-
			1kHz		560ms	-
			10kHz	540ms	560ms	-
t5	打印结果时间（辅助显示关）			8ms	-	8.8ms
t6	分选输出到 EOC 结束时间			-	10μs	-
t7	比较器记录号脉冲宽度			1ms	-	-

6 远程控制



本章您将了解到以下内容：

- 介绍 RS-232 接口
- RS-232 连接。
- 允许 RS-232 接口进行通信。
- 选择波特率。
- 软件协议。

AT770 可使用内置的 RS-232 接口与计算机进行通信，完成所有仪器功能。通过标准 SCPI 命令，用户还可以方便地编制各种适合自身的采集系统。

6.1 介绍 RS232C 接口

RS-232 是目前广泛采用的串行通讯标准，也称为异步串行通讯标准，用于实现计算机与计算机之间、计算机与外设之间的数据通讯。RS 为“Recommended Standard”（推荐标准）的英文缩写，232 是标准号，该标准是美国电子工业协会(EIA)1969 年正式公布的标准，它规定每次一位地经一条数据线传送。

大多数串行口的配置通常不是严格基于 RS-232 标准：在每个端口使用 25 芯连接器（现在的计算机基本使用 9 芯连接器）的。最常用的 RS-232 信号如表所示：

表 6-1 常用的 RS-232 信号

信号	符号	25 芯连接器引脚号	9 芯连接器引脚号
请求发送	RTS	4	7
清除发送	CTS	5	8
数据设置准备	DSR	6	6
数据载波探测	DCD	8	1
数据终端准备	DTR	20	4
发送数据	TXD	2	3
接收数据	RXD	3	2
接地	GND	7	5
请求发送	RTS	4	7

除此之外，RS232 还有有最小子集：

表 6-2 RS-232 标准的最小子集

信号	符号	9 芯连接器引脚号
发送数据	TXD	2
接收数据	RXD	3
接地	GND	5



AT770 采用 RS232 标准的最小子集进行通信

6.2 RS232C 连接

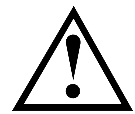
RS-232 串行接口可以和控制器（例如：个人电脑或工控机）的串行接口通过直通 DB-9 电缆进行互连。



注意：仪器无法使用 null modem 电缆。
您可以直接制作或向安柏科技购买 9 芯电缆。
用户自制的 3 线电缆应注意：
必须将计算机端的 DB-9 连接器（针）的 4-6，7-8 短接。
电缆长度不要超过 2m。



图 6-1 后面板上的 RS232 接口



建议：为避免电气冲击，在插拔连接器时，请关闭仪器电源。

■ 仪器默认的通信设置：

传输方式：	含起始位和停止位的全双工异步通讯
波特率：	9600bps。
数据位：	8 位
停止位：	1 位
校验位：	无

6.3 允许 RS-232 接口进行通信

连接好仪器和计算机电缆，用户还必须在仪器上通过前面板操作开启 RS232 功能。



远程控制的操作，请参阅“第三章”。

6.4 握手协议

由于 AT770 使用了 RS-232 标准的最小子集，不使用硬件握手信号，因此为了减小通讯中可能的数据丢失或数据错误的现象，AT770 使用软件握手，高级语言软件工程师应严格按以下握手协议，进行计算机通讯软件的编制：

参见：SCPI 命令串语法及格式在“SCPI 命令参考”一章中详细描述。

- AT770 命令解析器只接受 ASCII 格式，命令响应也返回 ASCII 码。
- 主机发送的命令串必须以 NL(‘\n’)为结束符，AT770 命令解析器在收到结束符后才开始执行命令串。
- AT770 的软件握手：仪器在每接受到一个字符后，立即将该字符回送给主机，主机只有接收到这个回送字符后才能继续发送下一个字符。

提示：如果主机无法接受到仪器返回的数据，您可以使用以下方法来试图解决：

1. 软件握手被关闭，请使用 SCPI 指令“err:tip on”将其开启。
2. 串行口连接故障，请查看电缆连接。
3. 仪器串行口功能未打开，请检查仪器设置。
4. 计算机端高级语言程序通信格式错误。请试着检查串行口端口号、通信格式是否正确以及波特率是否和仪器设置的相同。
5. 如果仪器正在解析上次命令，主机也无法接受到仪器的响应，请稍候再试。

<问题仍无法解决，请立即咨询安柏科技技术工程师。>

6.5 SCPI 语言

SCPI-Standard Commands for Programmable Instruments（可程控仪器标准命令）是安柏科技采用的一种用于测试仪器的通用命令集。SCPI 亦称为 TMSL-Test and Measurement System Language（测试系统语言）由 Agilent Technologies 根据 IEEE488.2 扩展开发，至今已被测试设备制造商广泛采用。

参见：AT770 内置命令解析器负责用户各种命令格式解析。由于 AT770 命令解析器依据 SCPI 协议，但并不完全与 SCPI 一致，请开始工作之前仔细阅读“SCPI 命令参考”一章。

7 SCPI 命令参考



本章包括以下几方面的内容：

- 命令解析器——了解命令解析器的一些规则。
- 命令语法——命令行的书写规则
- 查询语法——查询命令的书写规则
- 查询响应——查询响应的格式
- 命令参考

本章节提供了 AT770 使用的所有的 SCPI 命令，通过这些 SCPI 命令，可以完全控制仪器所有功能。

7.1 命令串解析

主机可以发送一串命令给仪器，仪器命令解析器在捕捉到结束符（\n）或输入缓冲区溢出后开始解析。

例如：

合法的命令串：

func:imp:type cd;:freq 10000

AT770 命令解析器负责所有命令解析和执行，在编写程序前您必须首先对其解析规则有所了解。

命令解析器解析规则：

1. 命令解析器只对 ASCII 码数据进行解析和响应。
2. 命令解析器的输入缓冲区大小为 70 字节，超出的字节被忽略。



提示：AT770 命令解析器对输入缓冲区的限制，较长的命令串建议使用缩写格式。

3. SCPI 命令串必须以 NL(‘\n’)为结束符，AT770 命令解析器在收到结束符后或缓冲区溢出才开始执行命令串。



提示：AT770 命令解析器对输入缓冲区溢出不提示错误，但会造成缓冲区边缘的指令执行错误，注意控制命令串长度。

4. 命令解析器在每接受到一个字符后，立即将该字符回送给主机，主机只有接收到这个回送字符后才能继续发送下一个字符。
5. 命令解析器在解析到错误后，返回错误提示，此次解析即终止，输入缓冲区清空，错误之后的字符串将忽略。
6. 命令解析器在解析到查询命令后，终止本次命令串解析，其后字符串被忽略。



注意： 查询命令只能放在命令串最后。

7. 命令解析器对命令串的解析不区分大小写。
8. 命令解析器支持命令缩写形式，缩写规格参见之后章节。

7.2 符号约定和定义

本章使用了一些符号，这些符号并不是命令树的一部分，只是为了能更好的对

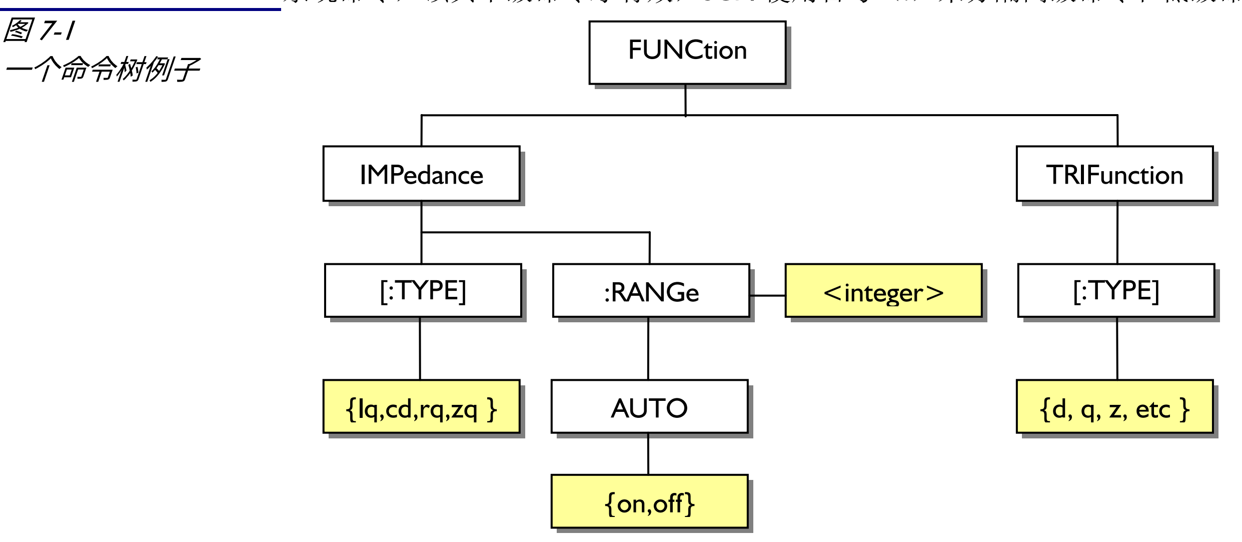
命令串的理解。

<>	尖括号中的文字表示该命令的参数
[ ]	方括号中的文字表示可选命令
{}	当大括号包含几个参数项目时，表示只能从中选择一个项目。
( )	参数的缩写形式放在小括号中。
大写字母	命令的缩写形式。
\n	ASCII 换行符，十进制数 10。这里表示命令串结束符。

7.3 命令树结构

对 SCPI 命令采用树状结构的，在这里最高级称为子系统命令。只有选择了子系统命令，该其下级命令才有效，SCPI 使用冒号（:）来分隔高级命令和低级命令。

图 7-1
一个命令树例子



举例说明

func:imp:rang:auto on
func 子系统命令
　imp　第二级
　　rang　第三级
　　　auto　第四级
　　　　on　参数

■ 命令树基本规则：

· 忽略大小写。
　例如：
　FUNCTION:IMPEDANCE　= function:impedance
· 空格(_表示空格)不能放在冒号的前后。
　例如：
　☒ function_:_impedance　→　☑ function:impedance
· 命令可以缩写，也可以写全(在以后的命令叙述中，小括号中的为缩写)。
　例如：
　function:impedance　=　function:imp
· 命令后紧跟一个问号(?)将执行对应于该命令的查询。
　例如：
　func:type?

- 多重命令规则：
  - 在一个多重命令行上，使用分号(;)来分隔同一子系统命令下的同层命令。
    例如：
    func:imp:type cd;rang 4
  - 分号(;)作为分隔符，后面紧跟一个冒号(:)，表示从命令树的最高层重新开始命令。
    例如：
    func:imp:type:auto on;:func:imp cd
- 命令缩写规则：
  - 如果命令或参数中的字符总数少于并等于 4 个，没有缩写。
    例如：
    beep 没有缩写形式
  - 命令或参数字符数大于 4 个，且第四字符为辅音则取前 4 字符。
    例如：
    comparator 缩写成 comp
    range 缩写成 rang
  - 命令或参数字符数大于 4 个，且第四字符为元音则取前 3 字符。
    例如：
    level 缩写成 lev
    nominal 缩写成 nom
  - 如果命令或参数由两个单词合写而成，则取第一单词首字母加第二单词前 3 字母。
    例如：
    TriFunction 缩写成 tfun

提示：AT770 命令解析器可以接受全部大写命令，全部小写命令，或是混合大小写字符串。

- 公共命令使用规则：
  仪器提供了 GPIB 公共命令，这些公共命令可以嵌入任何子系统中使用。
  - 例如：
    func:imp:rang 4;*IDN?;auto on

7.4 命令和参数

一条命令树由 命令和[参数] 组成，中间用 1 个空格（ASCII: 20H）分隔。

举例说明

func:imp:rang 4
命令 [参数]

7.4.1 命令

命令字可以是长命令格式或缩写形式，使用长格式便于工程师更好理解命令串的含义；缩写形式适合书写。

7.4.2 参数

- 单命令字命令，无参数。

例如：corr:open

- 参数可以是字符串形式，其缩写规则仍遵循上节的“命令缩写规则”。
  例如：func:imp rq
- 参数可以是数值形式，支持三种格式。
  ·*integer*：整数
  例如： 123，+123，-123
  ·*float*: 浮点数
  AT770 命令解析器支持两者浮点数格式：
  1. 标准浮点数：例如：1.23，-1.23，1.23E+4，+1.23e-4
  2. 倍率表示的浮点数：例如：1.23k，1.23M，1.23G，1.23u

表 7-1 数值与倍率对应表：

数值	倍率
1E18 (EXA)	EX
1E15 (PETA)	PE
1E12 (TERA)	T
1E9 (GIGA)	G
1E6 (MEGA)	MA
1E3 (KILO)	K
1E-3 (MILLI)	M
1E-6 (MICRO)	U
1E-9 (NANO)	N
1E-12 (PICO)	P
1E-15 (PEMTO)	F
1E-18 (ATTO)	A



提示：倍率不区分大小写，其写法与标准名称不同。

7.4.3 分隔符

AT770 命令解析器只接受允许的分隔符，除此之外的分隔符命令解析器将提示“Invalid separator(非法分割符)”错误。这些分隔符包括：

; 分号，用于分隔两条命令。
*例如：*func:imp:type rq;:freq 100hz

: 冒号，用于分隔命令树，或命令树重启动。
*例如：*func:imp:type rq;:freq 1khz

? 问号，用于查询。
*例如：*freq?

□ 空格，用于分隔参数。
*例如：*freq 100hz

7.5 错误信息

参见：

错误信息列表参见“附录 C”

7.6 命令参考

所有命令都是按子系统命令顺序进行解释，下面列出了所有 AT770 使用的子系统

- FUNCtion　　　参数子系统
- FREQuency　　频率子系统
- VOLTage　　　电压子系统
- APERture　　　速度子系统
- CORRection　　清零校正子系统
- COMParator　　比较器子系统
- SYSTem　　　　系统子系统
- TRIGger　　　　触发子系统
- ERRor　　　　　错误信息子系统
- FETCh?　　　　获取结果子系统

公共命令：

- *IDN?　　　　仪器信息查询子系统
- *TRG　　　　触发并获取结果子系统
- *RST　　　　复位子系统



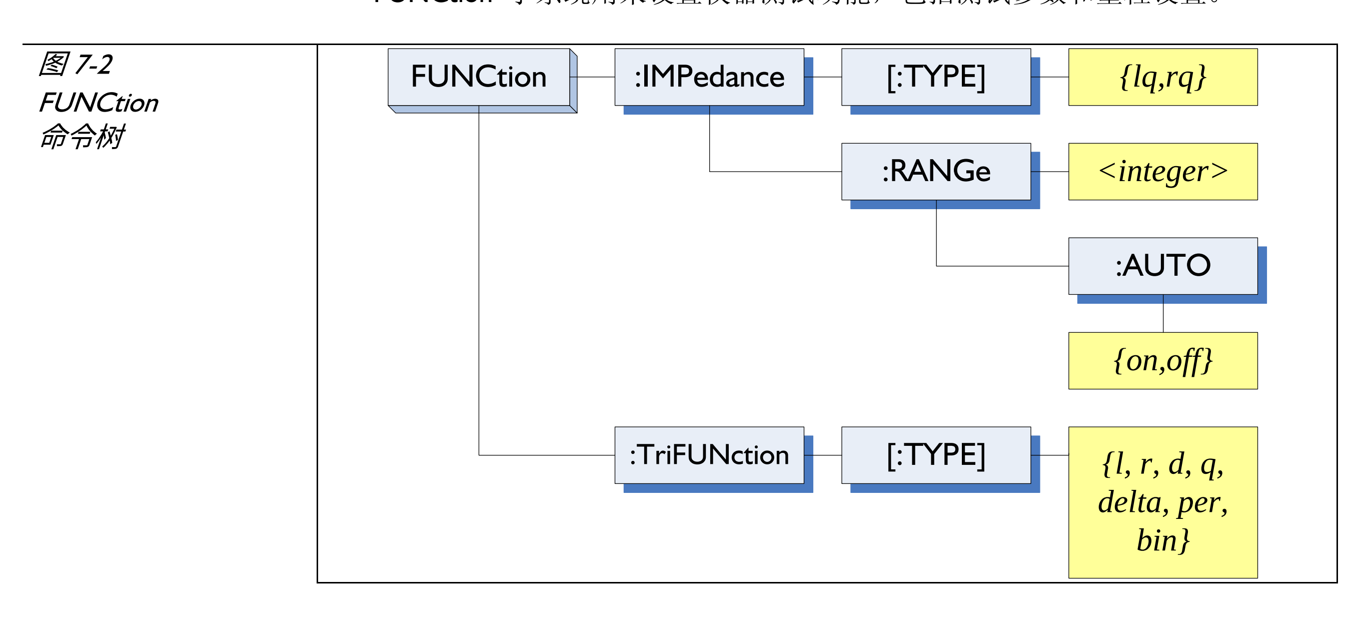
约定：每个子系统在阐述中都使用统一的模版：

1. 子系统命令名
2. 命令树（子系统命令下）
3. 子命令名
4. 命令描述
5. 命令语法
6. 举例说明命令语法
7. 查询语法
8. 查询响应
9. 举例说明查询语法
10. 限制条件

7.7 FUNCtion 子系统

FUNCtion 子系统用来设置仪器测试功能，包括测试参数和量程设置。

图 7-2 FUNCtion 命令树



:IMPedance[:TYPE]

:IMPedance[:TYPE] 用来选择仪器测试参数

命令语法：	**FUNCtion:IMPedance[:TYPE] {lq,rq}**
参数：	{lq,rq}
例如：	发送> func:imp lq //设置当前参数为 L-Q 发送> func:imp:type rq //设置当前参数为 R-Q
查询：	**FUNCtion:IMPedance[:TYPE]?**
查询响应：	{*lq,rq*}
例如：	发送> func:imp?\n 接收> lq
限制：	只能在测试状态使用。

:IMPedance:RANGe

:IMPedance:RANGE 用来设置量程号

命令语法：	**FUNCtion:IMPedance:RANGe <integer>**
参数：	<integer> 这里， <interger> 表示量程号，整数 0-5
例如：	发送> func:imp:rang 5 //设置当前量程为 5 量程
查询语法：	**FUNCtion:IMPedance:RANGe?**
查询响应：	*<integer>* 量程号，整数 0-5
例如：	发送> func:rang?\n 接收> 5
限制：	只能在测试状态使用。

:IMPedance:RANGe:AUTO

:IMPedance:RANGe:AUTO 设置量程自动或手动。

命令语法：	**FUNCtion:IMPedance:RANGe:AUTO {on,off}**
参数：	{on,off} 这里, on: 量程自动。 off: 量程手动
例如：	发送> func:imp:rang:auto on //设置为量程自动 发送> func:imp:rang:auto off //设置为量程手动
查询语法：	**FUNCtion:IMPedance:RANGe:AUTO?**
查询响应：	{on,off}
例如：	发送> func:rang?\n 接收> on
限制：	只能在测试状态使用。

:TriFUNction[:TYPE]

:TriFUNction[:TYPE] 开启辅助显示功能。

命令语法：	**FUNCtion:TriFUNction[:TYPE] {l,r,d,q,delta,per,bin}**
参数：	{off,l,r,d,q,delta,per,bin} 这里, off：表示关闭辅助显示 d：表示损耗, q：表示品质因数 delta：表示绝对偏差 ΔABS per：表示百分比偏差Δ% bin：表示分选结果
例如：	发送> func:tfun bin //设置辅助显示为分选结果
查询语法：	**FUNCtion:TriFUNction[:TYPE]?**
查询响应：	{off,l,r,d,q,delta,per,bin}
例如：	发送> func:tfun? 接收> off
限制：	只能在测试状态使用。

7.8 FREQuence 子系统

图 7-3 FREQuence 命令树

FREQuence

[:CW]

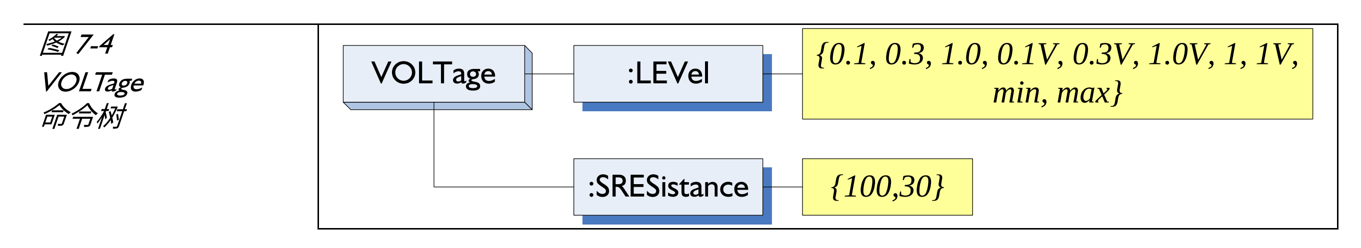
[:CW] 子系统用来设置测试频率。

命令语法：	**FREQuence[:CW] {100,120,1000,10000,100Hz,120Hz,1kHz,10kHz,MIN,MAX}**
参数：	{100,120,1000,10000,100Hz,120Hz,1kHz,10kHz,MIN,MAX} 这里, MIN：表示最小频率 100Hz MAX：表示最大频率 10kHz
例如：	发送> freq 10000 //设置为 10kHz
查询语法：	**FREQuence[:CW]?**
查询响应：	{100,120,1000,10000}
例如：	发送> freq:cw? 接收> 10000
限制：	只能在测试状态使用。

7.9 VOLTage 子系统

VOLTage 子系统用来设置信号源电平和内阻。

图 7-4 VOLTage 命令树



:LEVel

:LEVel 用来设置测试电平

命令语法： **VOLTage:LEVel {0.1,0.3,0.1V,0.3V,1.0V,1,1V,min,max}**

参数： {0.1,0.3,1.0,0.1V,0.3V,1.0V,1,1V,min,max}
其中：
min: 表示 0.1V
max: 表示 1.0V

例如： 发送> VOLT:LEV 1 //设置当前测试电平为 1V
发送> VOLT:LEV MIN //设置当前测试电平为 0.1V

查询语法： **VOLTage:LEVel?**

查询响应： {0.1,0.3,1.0}

例如： 发送> **VOLT:LEV?**
接收> **0.3**

限制： 只能在测试状态使用。

:SRESistance

:SRESistance 用来设置信号源输出阻抗（内阻)。

命令语法： **VOLTage:SRESistance {100,30}**

参数： {100,30}
其中：
100: 表示 100Ω
30: 表示 30Ω

例如： 发送> VOLT:SRES 100 //设置输出阻抗为 100Ω

查询语法： **VOLTage:SRES?**

查询响应： {100,30}

例如： 发送> **VOLT:SRES?**
接收> **30**

限制： 只能在测试状态使用。

7.10 APERture 子系统

APERture 子系统用来对采样速度进行设置。

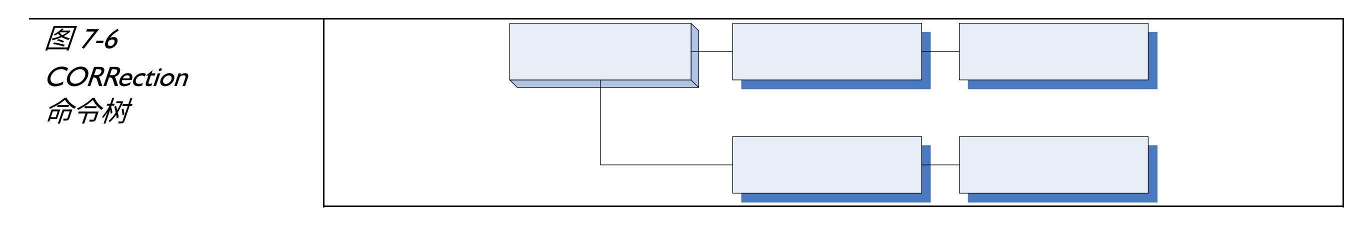
图 7-5 APERture 命令树

命令语法：	**APERture {slow,medium(med),fast}**
参数：	{slow,medium(med),fast} 这里， slow：慢速 medium 或 med：中速 fast：快速
例如：	发送**>** APER fast //设置采样速度为快速
查询语法：	**APERture?**
查询响应：	{slow,medium,fast}
例如：	发送> APER? 接收> fast
限制：	只能在测试状态使用。

7.11 CORRection 子系统

CORRection 子系统对仪器清零校正，清零前请让测试线开路或短路。

图 7-6 CORRection 命令树



:OPEN

扫频开路清零

命令语法：	**CORRection:OPEN**
参数：	无参数
例如：	发送> CORR:OPEN //开始扫频清零 接收> wait //正在清零请等待
查询语法：	无查询
限制：	只能在测试状态使用。

CORRection

注意：正端测试线必须首先开路，然后发送清零校准命令。
清零中，命令解析器拒绝接收任何命令。

:OPEN:FREQ

点频开路清零

命令语法：	**CORRection:OPEN**
参数：	无参数
例如：	发送> CORR:OPEN //开始扫频清零 接收> wait //正在清零请等待
查询语法：	无查询
限制：	只能在测试状态使用。

:SHORt

扫频短路清零

命令语法：	**CORRection:SHORt**
参数：	无参数
例如：	发送> CORR:SHORt //开始扫频清零 接收> wait //正在清零请等待
查询语法：	无查询
限制：	只能在测试状态使用。



注意：正端测试线必须首先短路，然后发送清零校准命令。
清零中，命令解析器拒绝接收任何命令。

:SHORt:FREQ

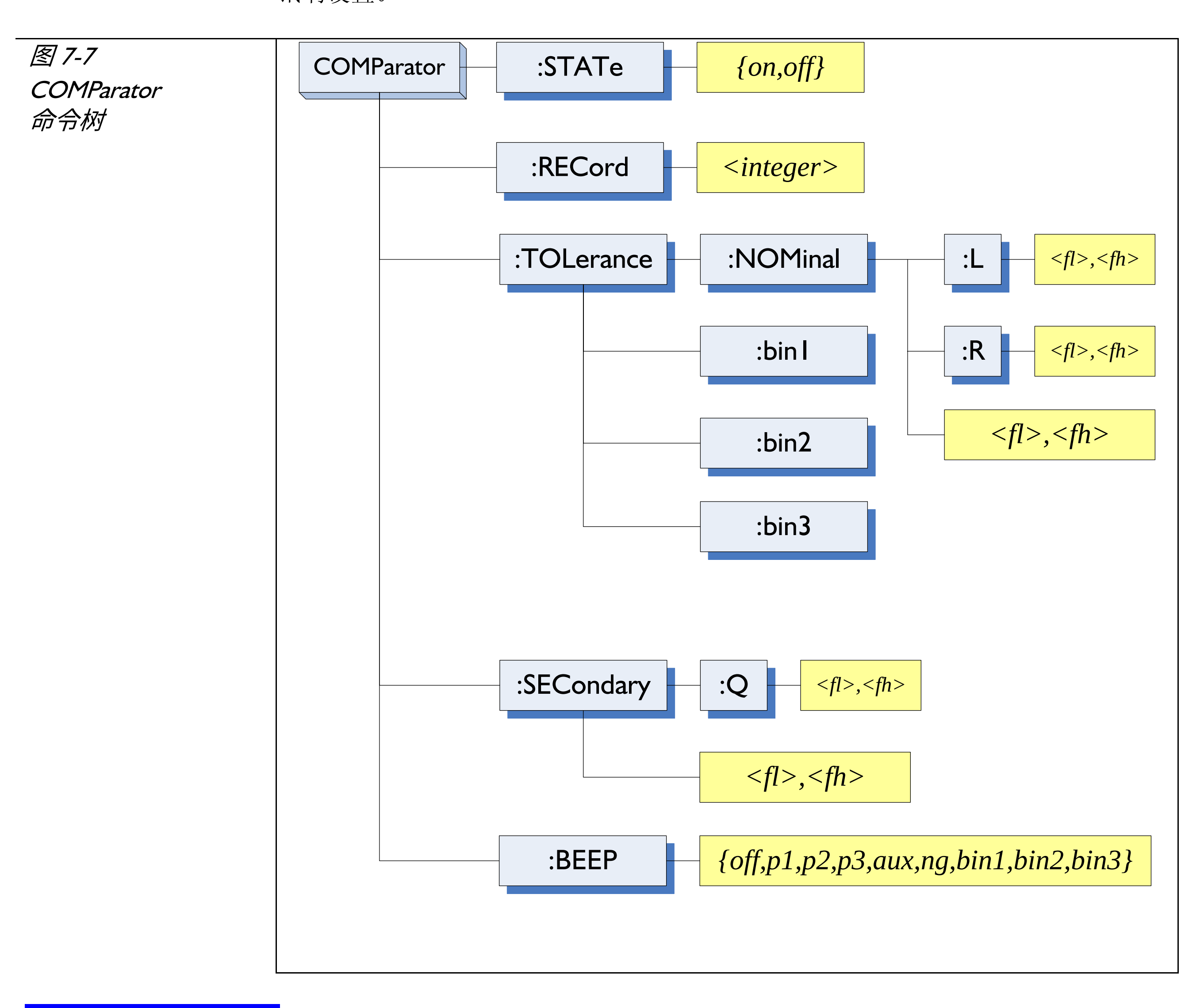
点频短路清零

命令语法：	**CORRection:SHORt:FREQ**
参数：	无参数
例如：	发送> CORR:SHORt:FREQ //开始扫频清零 接收> wait //正在清零请等待
查询语法：	无查询
限制：	只能在测试状态使用。

7.12 COMParator 子系统

COMParator 子系统用来对比较器参数进行设置，包括记录号、极限参考值、讯响设置。

图 7-7 COMParator 命令树



:STATe

:STATe 用来打开或关闭比较器。

命令语法：	**COMParator:STATe <on,off>**
参数：	<on,off> on: 比较器打开； off：比较器关闭。
例如：	发送> COMP:STAT off　　　　//关闭比较器
查询语法：	**COMParator:STATe?**
查询响应：	<on,off>
例如：	发送> COMP:STAT? 接收> on
限制：	只能在测试状态使用。

:RECord

:RECord 用来设置比较器记录号。

命令语法： **COMParator:RECord <integer>**

参数： <integer>
整数，1-20

例如： 发送**>** COMP:REC 2 //设置当前记录号为 2

查询语法： **COMParator:RECord?**

查询响应： <integer>
整数，1-20

例如： 发送> COMP:REC?
接收> 2

限制： 只能在测试状态使用。

:TOLerance:NOMinal

:TOLerance:NOMinal 用来设置比较器标称值。

命令语法： **COMParator:TOLerance:NOMinal <float>**

参数： <float>
混合浮点数

例如： 发送**>** COMP:NOM 1.5u //设置当前记录号下的当前参数标称值为 1.5μ

查询语法： **COMParator:TOLerance:NOMinal?**

查询响应： <float>
标准浮点数。

例如： 发送> COMP:TOL:NOM?
接收> 1.234560e-06

限制： 只能在测试状态使用。

:TOLerance:NOMinal:L

:TOLerance:NOMinal:L 用来设置比较器电容标称值。

命令语法： **COMParator:TOLerance:NOMinal:L <float>**

参数： <float>
混合浮点数

例如： 发送**>** COMP:TOL:NOM:L 15m //设置当前记录号下的电容标称值为 15mH

查询语法： **COMParator:TOLerance:NOMinal:L?**

查询响应： <float>
标准浮点数。

例如： 发送> COMP:TOL:NOM:L?
接收> 1.5e-5

限制： 只能在测试状态使用。

:TOLerance:NOMinal:R

:TOLerance:NOMinal:R 用来设置比较器电阻标称值。

命令语法：	**COMParator:TOLerance:NOMinal:R <float>**
参数：	<float> 混合浮点数
例如：	发送> COMP:TOL:NOM:R 10k //设置当前记录号下的电阻标称值为 10kΩ
查询语法：	**COMParator:TOLerance:NOMinal:R?**
查询响应：	<float> 标准浮点数。
例如：	发送> COMP:TOL:NOM:R? 接收> 1.0e+04
限制：	只能在测试状态使用。

:TOLerance:BIN{1,2,3}

:TOLerance:BIN{1,2,3} 用来设置比较器百分比极限值。

命令语法：	**COMParator:TOLerance:BIN1 <fl>,<fh>** **COMParator:TOLerance:BIN2 <fl>,<fh>** **COMParator:TOLerance:BIN3 <fl>,<fh>**
参数：	<fl>,<fh> 标准浮点数 fl: 下百分比极限（百分比值） fh: 上百分比极限（百分比值）
例如：	发送> COMP:TOL:BIN1 -10%,10% //设置 P1 档极限为-10%~10% 发送> COMP:TOL:BIN2 15,20 //设置 P2 档极限为 15%~20%
查询语法：	**COMParator:TOLerance:BIN1?** **COMParator:TOLerance:BIN2?** **COMParator:TOLerance:BIN3?**
查询响应：	<fl>,<fh> 标准浮点数。 fl: 下百分比极限（百分比值） fh: 上百分比极限（百分比值）
例如：	发送> COMP:TOL:BIN3? 接收> -20.000,20.000
限制：	只能在测试状态使用。

:SECondary

:SECondary 用来设置当前副参数极限值。

命令语法： **COMParator:secondary <fl>,<fh>** 或
COMParator:SLIM <fl>,<fh>

参数： <fl>,<fh>
标准浮点数
fl: 下极限
fh: 上极限

例如： 发送**>** COMP:SLIM 0.0000,0.0100
//设置当前副参数的极限为(0.0000,0.0100)

查询语法： **COMParator:secondary?** 或
COMParator:SLIM?

查询响应： <fl>,<fh>
标准浮点数
fl: 下极限
fh: 上极限

例如： 发送> COMP:SLIM?
接收> 0,0.01

限制： 只能在测试状态使用。

:SECondary:Q

:SECondary:Q 用来设置品质因数极限值。

命令语法： **COMParator:secondary:Q <fl>,<fh>** 或
COMParator:SLIM:Q <fl>,<fh>

参数： <fl>,<fh>
标准浮点数
fl: 下极限
fh: 上极限

例如： 发送**>** COMP:SLIM:Q 0.0000,0.0100
//设置当前副参数的极限为(0.0000,0.0100)

查询语法： **COMParator:secondary:Q?** 或
COMParator:SLIM:Q?

查询响应： <fl>,<fh>
标准浮点数
fl: 下极限
fh: 上极限

例如： 发送> COMP:SLIM:Q?
接收> 0,0.01

限制： 只能在测试状态使用。

:BEEP

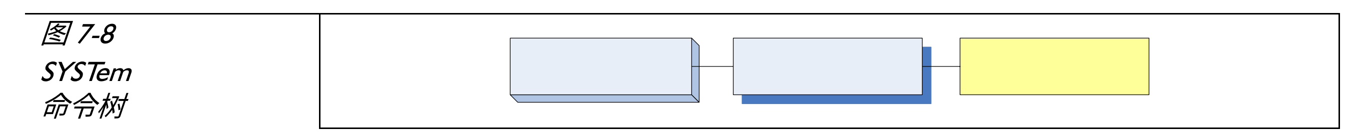
:BEEP: 用来进行比较器讯响设置。

命令语法：	**COMParator:BEEP {off,p1,p2,p3,aux,ng,bin1,bin2,bin3}**
参数：	{off,p1,p2,p3,aux,ng,bin1,bin2,bin3}
例如：	发送> COMP:BEEP ng //设置为不合格蜂鸣器报警 发送> COMP:BEEP off //将讯响开关关闭
查询语法：	**COMParator:BEEP?**
查询响应：	**{off,p1,p2,p3,aux,ng}**
例如：	发送> COMP:BEEP? 接收> off
限制：	只能在测试状态使用。

7.13 SYSTem 子系统

SYSTem 子系统主要用来处理按键锁定功能。

图 7-8 SYSTem 命令树



:KEYLock

:KEYLock 命令用于锁定键盘。

命令语法：	**SYSTem:KEYLock {on(1),off(0)}**
参数：	{on(1),off(0)} on: 键盘锁定 off: 取消键盘锁定
例如：	发送> SYST:KEYL on //设置键盘为锁定
查询语法：	**SYSTem:KEYLock?**
查询响应：	{on,off}
例如：	发送> SYST:KEYL? 接收> off
限制：	无限制条件。

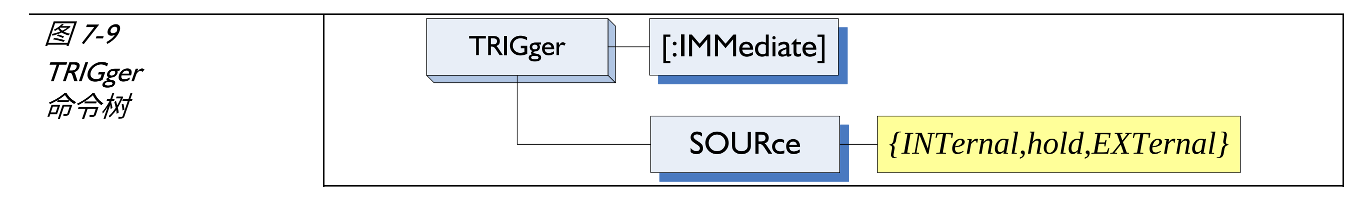
SYSTem

注意： 键盘锁定后，仪器可以通过 Shift KeyLock 键解锁。

7.14 TRIGger 子系统

TRIGger 子系统用于控制触发方式和进行远程触发。

图 7-9
TRIGger
命令树



[:IMMediate]

[:IMMediate] 命令用于触发一次测量。

命令语法：	**TRIGger[:IMMediate]**
参数：	无参数
例如：	发送> TRIG:IMM 或 发送> TRIG
查询语法：	无查询。
限制：	只有在测试状态且触发源为 HOLD 时才有效。

:SOURce

:SOURce 命令用于选择触发源。

命令语法：	**TRIGger:SOURce {INTernal,hold,EXTernal}**
参数：	{internal(int),hold,external(ext)} 这里, internal 或 int：内部触发 hold：手动触发或远程触发 external 或 ext：外部触发
例如：	发送> TRIG:SOUR hold
查询语法：	**TRIGger:SOURce?**
查询响应：	{internal,hold,external}
例如：	发送> TRIG:SOUR? 接收> external
限制：	只有在测试状态下才有效。

7.15 FETCh? 子系统

FETCh? 命令用于获取测量结果。

图 7-10 FETCh? 命令树

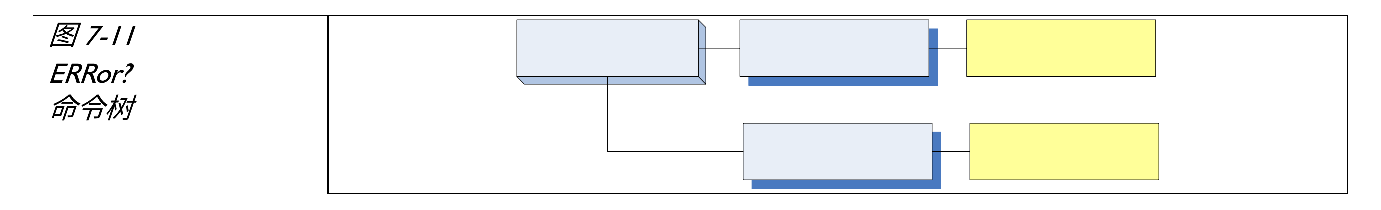
FETCh?

查询语法：	**FETCh?**
查询响应：	<float1>,<float2>[,<float3>][,{bin1,bin2,bin3,ng}][,aux] 主参数，副参数，辅助显示，比较档，副参数不合格档
例如：	发送> FETCh? 接收> 1.50000e-9,0.0010,1.00000e5,bin1
限制：	只有在测试状态下才有效。

7.16 ERRor 子系统

ERRor 子系统用于错误信息、或软件握手信息的显示。

图 7-11
ERRor?
命令树



ERRor?

ERRor? 命令在错误信息关闭时，用于查询错误信息。

查询语法：	**ERRor?**
查询响应：	无错误提示：no error. 有错误请参见附录 C。
例如：	发送> ERRor? 接收> no error.
限制：	只有在测试状态下才有效。

:TIP

:TIP 命令用于打开或关闭错误提示。

命令语法：	**ERRor:TIP {on(1),off(0)}**
参数：	{on(1),off(0)} 这里, on 或 1：打开错误提示。 Off 或 0：关闭错误提示。
例如：	发送> ERR:TIP on
查询语法：	**ERRor:TIP?**
查询响应：	{on,off}
例如：	发送> ERR:TIP? 接收> off
备注：	仪器开机后错误提示是关闭的。

:SHAKehand

:SHAKehand 命令用于打开或关闭握手信息。
握手信息：即发送的命令串原样返回。

命令语法：	**ERRor:SHAKehand {on(1),off(0)}**
参数：	{on(1),off(0)} 这里, on 或 1：命令串原样返回。 Off 或 0：关闭。

例如：	发送> ERR:SHAK off
查询语法：	**ERRor:SHAK?**
查询响应：	{on,off}
例如：	发送> ERR:SHAK? 接收> on
备注：	仪器开机后握手信息允许返回。

7.17 *IDN? 公共命令

*IDN? 公共命令用于查询仪器信息。

图 7-12
**IDN?*
命令树

*IDN?

查询语法：	***IDN?**
查询响应：	<仪器型号>,<版本号>
例如：	发送> *IDN? 接收> AT770,V1.00

7.18 *TRG 公共命令

*TRG 公共命令用于触发一次测试，并在测试完成后返回测试结果。
等价命令：TRIG;:FETCH

图 7-13
**TRG*
命令树

*TRG

命令语法：	***TRG**
参数：	无参数。
例如：	发送> ERR:SHAK off //请将握手信号关闭 发送> *TRG 接收> 1.50000e-9,1.000e-3,bin1
查询语法：	无查询。
限制：	该命令只能在触发源选择为保持（HOLD）时，且在测试状态下才有效。

注意： 由于返回的测试结果较长，建议将握手信号关闭。

7.19 *RST 公共命令

*RST 公共命令用于仪器重新启动。

图 7-14
**RST*
命令树

*RST

命令语法：	***RST**
参数：	无参数。
例如：	发送> *RST 接收> Wait //提示 3 秒后重启
查询语法：	无查询。
限制：	此命令请谨慎使用。

A 规格



附录 A 中您将了解到以下内容：
- 技术指标。
- 一般规格。
- 外形尺寸。

技术指标

下列数据在以下条件下测得：

温度条件：23℃±5℃
湿度条件：≤65% R.H.
零值调整：测试前开路和短路清零
预热时间：>60 分钟
校准时间：12 个月

测试电平准确度：10%
测试频率准确度：0.02%
参数测试准确度：基本准确度：0.1%

L: 0.1% (1+ Lx/Lmax+ Lmin/Lx)(1+1/Qx)(1+ks+kv+kf);
R: 0.1%(1+ Rx/Rmax+ Rmin/Rx)(1+Qx)(1+ks+kv+kf);
D: ±0.0010(1+ Zx/Zmax+ Zmin/Zx)(1+Dx+Dx^2)(1+ks+kv+kf);
Q: ±0.0015(1+ Zx/Zmax+ Zmin/Zx)(Qx+1/Qx)(1+ks+kv+kf);



其中：
1．L，R为相对误差； D，Q为绝对误差
2．下标为x 者为该参数测量值，下标为max 的为最大值，min 为最小值
3．ks 为速度因子，kv 为电压因子，kf 为频率因子

影响准确度的测量参数最大值、最小值

	100Hz	120Hz	1kHz	10kHz
Lmax	1590H	1325H	159H	15.9H
Lmin	3.2mH	2.6mH	0.32mH	0.032mH
Rmax	1MΩ			
Rmin	1.59Ω			

测量速度误差因子 ks:
慢速/中速： ks=0 快速： ks=10

测试电平误差因子 kv
测试电平，仪器所设定的参数信号电平 V（有效值），以 mV 为单位。

当 1Vrms kv=0；
当 0.3Vrms kv=1；
当 0.1Vrms kv=4；

测试频率误差因子 kf
当 f = 100Hz、120Hz 、1kHz 时 kf=0；
当 f = 10kHz kf=0.5

一般规格

屏幕： 四色真空荧光屏（VFD）显示，荧屏尺寸 98x55mm。
测试参数： L, R, D, Q
测试电平： 0.1Vrms，0.3Vrms，1Vrms
基本准确度： 0.1%
测量范围：

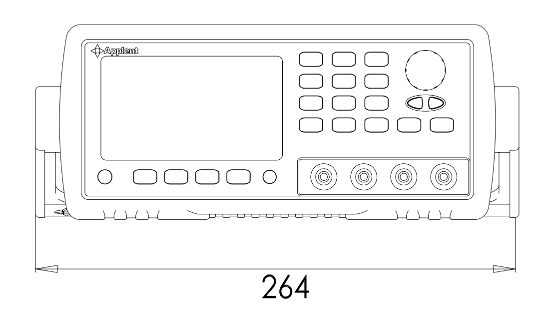
L	100/120Hz	1μH – 9.999kH
	1kHz	0.1μH - 999.9H
	10kHz	0.01μH – 99.99H
R	1mΩ - 999.9MΩ	
D/Q	0.0001 – 9999	
Δ%	0.0001%~9999%	

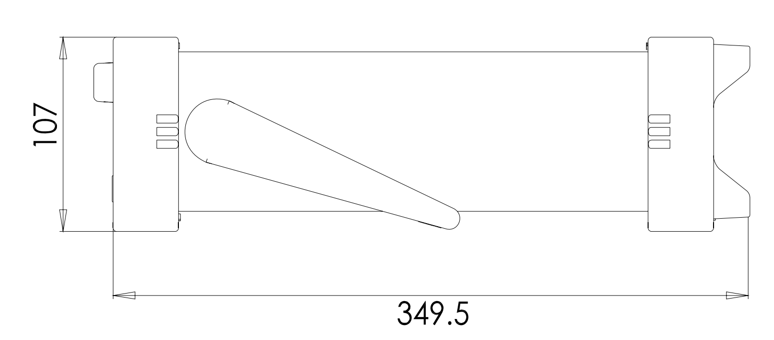
显示位数： 主副参数及辅助参数：5 位
测试速度： 快速：15 次/秒，中速：5 次/秒，慢速：2 次/秒 (在手动量程下)
输出阻抗： 100Ω和 30Ω
最大读数： 33000
量程方式： 自动和手动
等效电路： 串联和并联
校正： 开路扫频清零，短路扫频清零
开路点频清零，短路点频清零。
比较器： 20 组，五档：P1, P2, P3, AUX, NG
讯响： P1, P2, P3, AUX, NG、关
触发： 内部、外部、手动和远程触发。
接口： 处理机（Handler）接口；
RS232 接口；
编程语言： SCPI
辅助功能： 键盘锁定和数据保持

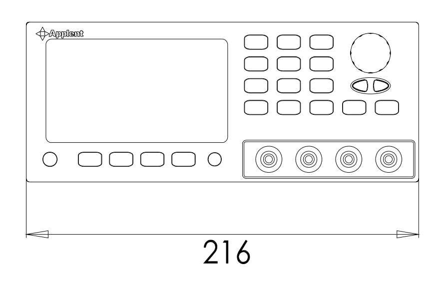
环境： 指标： 温度 18℃~28℃ 湿度 ≤65% RH
操作： 温度 10℃~40℃ 湿度 10~80% RH
储存： 温度 0℃~50℃ 湿度 10~90% RH
电源： 198V ~ 252VAC 48.5Hz ~ 52.5Hz
保险丝： 250V 1A 慢熔
功率： 最大 50VA

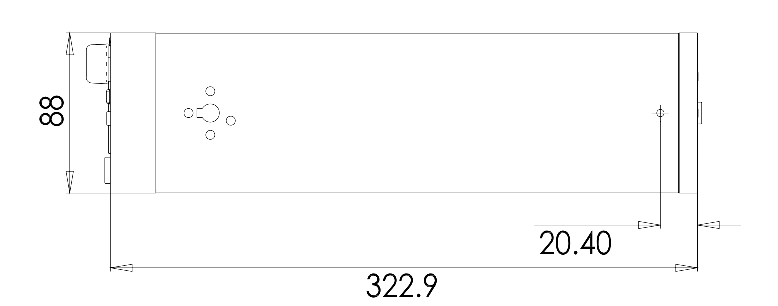
重量： 约 5 公斤。
随机附件： ATL501 测试电缆，ATL601 测试夹具，交流电源线，质保证书。

外形尺寸









B 型号比较



附录 B 中您将了解：AT770、AT771 的不同。

型号比较

	AT770	AT771
参数	C,R,D,Q	L, R, Q
基本准确度[注]	0.1%	0.2%
测试频率	100Hz, 120Hz, 1kHz, 10kHz	100Hz, 120Hz, 1kHz, 10kHz
测试电平	0.1Vrms, 0.3Vrms, 1Vrms	0.3Vrms, 1Vrms
速度和显示	快速：15 次/秒 中速：5 次/秒 慢速：2 次/秒	中速：5 次/秒 慢速：2 次/秒
触发方式	内部/手动/外部/远程	内部
接口	RS232C HANDLER	可选: RS232C，HANDLER
比较器	20 组 5 档分选	1 组 5 档分选

C SCPI 错误信息



附录 C 中列出了所有 AT770 命令解析器返回的错误信息。

SCPI 错误信息

错误信息	描述
Bad command	命令错误。 例如：拼写错误
Parameter error	参数错误 例如： 参数拼写错误
Missing parameter	缺少参数
Syntax error	语法错误 例如：要求在仪器显示屏打印的字符串参数，缺少下引号。 *注：AT770 不支持字符串的屏显功能。*
Invalid separator	非法分隔符
Numeric data error	数值错误 例如： 发送> comp:res 100gg 返回> '100gg' Numeric data error. 发送> comp:res 100x 返回> '100x' Numeric data error.
Invalid command	命令非法，在特定状态下命令禁止使用。
Value string too long	数值字符串太长，不要超过 20 个字符 例如： 发送> comp:res 1.2345678901234567890e2 返回> '1.2345678901234567890e2' Numeric data error

Applent Technologies

-AT770 使用说明书-
第二版